

MLP 板ばね形カップリングがリニューアル

ダイナミックな信頼性、革新性、多様性、発展は、R+W の理念 DRIVE を実現するためのキーワードです。1990 年以來、R+W はお客様を第一に考え、カップリング市場での地位を確立してきました。R+W のお客様との密接な関係が MLP シリーズ板ばね形カップリングのリニューアルとどのように関係しているかについて、北米地域のセールス&マーケティングマネージャー、Andy Lechner が雑誌 Pump Engineer から取材を受けました。

R+W が最初に MLP シリーズ板ばね形カップリングを発売してから数年が経過し、今回のリニューアルではサイズ展開が増えただけでなく、最新の API 610 基準を満たすようになりました。R+W アメリカの Andy Lechner が、新旧製品の異なる点と、R+W がお客様のご要望に合った製品をお届けするまでのプロセスを紹介します。

初期タイプからの成長

MLP シリーズの板ばね形カップリングの設計は、精密加工された 2 つのハブと、ミスアライメントを許容しながら摩擦による締結を可能にする高強度スクリュとブッシングで取り付けられた精密な中間軸で構成されています。板ばねは高弾性、耐腐食性のばね鋼、ハブと中間軸は高強度鋼でできています。また MLPA タイプはすべて API610、ISO バランス等級 G6.3、AGMA クラス 9 を最低限のバランス品質として満たしています。周辺機器に干渉することなく取り外し可能で、板ばねが破損した場合の安全キャッチを内蔵した中間軸が特長です。



新しいタイプにも引き継がれた部分もあります。「この製品は、動力を接触面の摩擦のみで伝達するという当初からの原理を引き継いでいます。他の多くの板ばね形カップリングが純粋な摩擦のみではなく、組み付けボルトのせん断荷重を利用して動力伝達をしているなか、この原理は私たちのこだわりでもあります。R+W はバックラッシのないカップリングの経験が豊富であり、負荷の変化や、逆回転が発生するような用途において信頼性を考慮した設計を行っているため、当社はこの分野のスペシャリストであると自負しています。純粋な摩擦力による伝達設計は、組み付けボルトのシャンクに応力を集中させることなく、より均等に力を分散させ、摩耗や早期故障につながる可能性のあるカップリング内部の移動を防止します。したがって、耐疲労性と最大限の信頼性を実現するために設計された、真のメンテナンスフリーカップリングと言えるでしょう。」

お客様とのカップリング

新製品を取り巻く変化は、R+W とお客様との密接な関係によってもたらされました。「数年前に新しく重工業分野の製品としてラインを立ち上げて以来、お客様のご要望に基づいた特殊な設計を通して非常に良い経験を積んできました。既存のお客様には R+W とは相談しやすいと感じていただいております。初期の製品はお客様とともに描く、白紙のキャンパスのようでした。」と Lechner は説明します。

初期製品の取り扱い開始後、R+W はお客様からのフィードバックに基づき、経験と知識を標準設計に取り入れました。Lechner は次のように続けます。「当社は、製品ラインナップをさらに肉付けし、サイズとトルク容量を改善しました。また材料とコストをお客様の用途に合わせて調整しました。」

Lechner は、R+W がお客様から受け取ったフィードバックの本質をつかみ、新しい製品に反映させました。「私たちはこれまで、物理的にスペースの制約がある多くのお客様にも対応してきました。そのため、スペースに合わせて自社製品を再設計する経験に基づき、今回のリニューアルではサイズを改善するために必要なことをリストアップすることができました。」

さらなるサイズ展開、FEA、MLPA

新しい製品は、お客様のニーズにより近いサイズをご用意したため、初期の製品とは異なります。リニューアルされた製品は、サイズ展開を 2 倍に増やしましたが、許容トルク 300~12,000N・m、最大トルク 700~24,000N・m と、トルク範囲は当初から変更していません。「共通モータ軸径などを念頭に、すべてのサイズの間には 1 段階サイズを追加しました。私たちはお客様に、たとえばモータ軸の寸法のせいで、呼びトルクの大きいカップリングに変更させるようなことはしたくありません。またカタログには、標準よりも短い中間軸や半割クランプハブ、標準より駆動軸が長い場合に適したタイプなど、様々なオプションも記載されています。当社の製品の約半分はカタログに載っておらず、この状況は今後も続くと思いますが、この

新しい設計は多くのお客様にとってより良いアイデアをもたらすはずです」と Lechner は言います。

有限要素法

R+W の技術者は、有限要素解析 (FEA) を使用して、仕様や性能の面で経験に基づいたデータを補完しています。このような手法は、関連する誤差関数を最小限に抑えるのに有効です。「使用されている認定技術によって、当社のカップリングに何ができるのかを明確に把握しています。それぞれの部品が対応できることとできないことを把握しているため、お客様にとって最適な製品を設計するのに役立ちます。」

MLPA タイプ

API 610 規格を満たす MLPA タイプの中にも重要なオプションがあります。「この規格は遠心ポンプに特化していますが、カップリング本体も一定のバランス等級とその他の条件を満たす必要があります。この規格では、カップリングが円滑に稼働し、高い性能を発揮しなければならないことが明確に定義されています。」

Lechner は、初期の製品が発売された後、お客様とより密に協力したからこそ、このような特定の条件を理解し、MLPA タイプをリニューアルすることができたと言っています。MLPA タイプは、耐磨耗性が高くメンテナンスの必要がないカップリングで、周辺機器に干渉することなく、ポンプやモータに取り付けが可能です。MLPA には R+W がこれまでに発売した製品の中で初めて、インチ寸法でもご用意しております。

すべてのアプリケーションについて最新の認定を取得

「R+W は長年にわたり ISO 9001 の認証を取得しています。お客様のご要望があれば、それ以外の認証の取得や条件も多数満たしています。たとえば北米では、航空宇宙産業向けの製品に関して AS9120 の認証を取得しました。また、すべてのカップリングは ATEX 認証を取得しています。安全クラッチはビューローベリタスに登録されています。私たちは、お客様が製品を使用するために必要なすべての承認を切り抜ける準備ができています。」 と Lechner 氏と言います。

ゼロからのスタート

特別なお客様からの特殊品開発依頼だけに協力するのではなく、全社的な理念として、お客様 1 人 1 人に特別な対応をすることを重視しているため、R+W のカップリングは、お客様に選ばれる製品として際立っています。

Lechner は、R+W がどのように新しいお客様との仕事を楽しんでいるかを説明します。「新しいお客様に協力することは、新しいニーズに対応する良い機会です。当社は、お客様の要求を満たすことに関しては柔軟性があると評判があります。私たちは、カップリングの設計と開発については新しい考え方を持っているため、何十年もこのタイプのカップリングを使ってきたベテランでも、新しい仕入先として私たちを選択することで間違いなく利益を得ることができます。」

ドイツ製カップリングは、世界中でカスタマイズ可能

カップリングは、ドイツの R+W 本社で製造されています。その後、製品は世界中にある R+W の支店に配送され、倉庫に保管されたり、カスタマイズが行われたりします。たとえば、北米の施設はシカゴ郊外にあります。「北米の施設では、多数の部品が在庫されているほか、ドイツの本社と共同研究している設計チームもあります。」またこの施設には、カップリングの改造に必要なすべての工具が備わっており、中国とイタリアにもこのような施設があります。



4 月初め、リニューアルされた製品がドイツで発売されました。北米での発売は 2016 年 6 月に予定されており、その時点では世界中で発売される予定です。

あらゆる用途に

Lechner は、どの業界で初期の板ばね形カップリングが最も受け入れられたかについてこう語っています。「駆動系部品の試験機分野からは、即座に大きな反響がありました。モータ、ポンプ、変速機、車軸などあらゆる回転機器の試験を行っている企業は、もともと R+W がカスタマイズを得意としていることをよく知っており、強力な隙間市場でした。試験機では、回転特性に干渉しないカップリングが必要です。その点、この製品はバックラッシュがなく、高速回転時でも長い軸間距離を接続できるので、優れた製品です。またこのカップリングは、振動を吸収したり発生させたりすることなく、測定を行いながら動力を伝達することもできます。」

Lechner は、このカップリングが API 610 の遠心ポンプに適した製品であることは明確であると言います。しかし、モータと遠心ポンプの設計担当者なら誰でも、メンテナンスの必要がないことでメリットを感じることも付け加えました。「交換する部品がなく、潤滑剤も不要で、理論的に耐用年数は半永久的です。」

この製品は、メンテナンス不要の設計だけでなく、バランスよく円滑な回転が可能なカップリングです。「振動はどのような用途においても重要な問題であり、これは振動を最小限に抑えることを目的としたカップリング設計です。」

常に新鮮な気持ちで将来を見据える

R+W がカップリング市場でどのように競争力を維持しているかという質問に対して、Lechner は「結局はカスタマーサービスとカスタマイズに重点を置いているからだと思います。私たちは 1990 年に創業した比較的若い会社なので、この業界の中でも新しい見方を得ることができました。このことが、短いリードタイムでカスタマーサービスに集中できる企業になった理由です。技術者がデザインを市場に出すまでの時間はますます短くなっています。お客様への迅速な対応が可能で、お客様の立場を考えた会社であることは、当初から重要なポイントでした。今日までに、多くのお客様がその恩恵を受けていると思います。」と答えました。

R+W は将来を見据えています。同社はすでに、別の重工業向けボールソケット式安全クラッチのリニューアルに取り組んでいます。「この製品は、トルク過負荷発生時に駆動被動間の動力伝達を遮断するように設計されています。MLP 板ばね形カップリングと同様に、最初の発売から数年の間に得た経験を生かして、将来のニーズに合わせて製品ラインを再構築するためにリニューアルを進めています。」

小さな変化が 大きなメリットを生む

ドイツは現在
年間約4300万トンの
粗鋼を生産しています。
これはEUの総生産量約1.74億トンの
約25%に相当し
中国の総生産量8.1億トンの
5%に過ぎません。



世界市場での競争に勝ち抜くためには、高品質な特殊鋼の開発・生産とともに、生産性を持続的に向上させる工場内の改善がかつてないほどに求められています。この「工場内の改善」は、必ずしも大規模なプロジェクトである必要はありません。日常的な作業工程における小さな改善の数々は取るに足らないように見えますが、この分野においては大きなコスト削減の可能性につながります。

一例としてドイツ、ルール地区西部の大手鉄鋼メーカーは、過去5年間で鉄鋼搬送のコストを数万ユーロ削減することができました。トービードカーは、溶けた粗鋼で満たされた転炉の下に取鍋を搬送する貨車です。その後、貨車によって溶銃鍋が二次精錬へと運ばれます。そこで鋼鉄はクレーンを使って、真空炉などに注ぎ込まれます。二次精錬では、鋼が鋼片の状態であるスラブに铸造される連続铸造設備工程に向かう前に、様々な工程(脱ガス、脱炭、介在物除去など)を通して成分を微調整します。

貨車(図1)の重量は340トン、中身が入った状態の取鍋の重さは約385トンです。総重量は約725トンで、30kWのスリップリングモータ8台でコントロールされています。

- これらのモータはそれぞれ、単純なボルトカップリングによって、平歯車に接続されています。i=36.8の減速の後、平歯車はその被動軸に約14.85 kN・mのトルクを発生させます。
- 被動軸は、ボルトカップリングによってピニオンシャフトに再接続されます。
- この平歯車は、貨車をレール上で移動させる歯車対になる外歯リングギアと噛み合います。

取鍋は最大30回/日、24時間365日休むことなく使用されるため、工程全体におけるこの装置の重要性は明らかでしょう。

歯車が故障するとき

過去には、歯車にひびが入って貨車が故障したことが何度もあります。そのため貨車は、相当な費用をかけて生産工程から外さなければなりません。1,000°Cを超える粗鋼が取鍋に入った状態での作業は極めて困難で、また鋼が固まった後に取鍋から取り出すのにはさらに大きなコストがかかりました。その結果、鋼製取鍋の修理に加えて、新しい歯車の購入と交換という莫大な費用が発生していました。生産性減少によるコストは言うまでもありません。

歯車が故障する理由

歯車の故障にはさまざまな理由がありますが、原因はいつも、過度のトルクがかかり、応力が大きくなりすぎたことによります。これはまずレールの妨害があります。どんなに安全対策を行っていても、不注意で別の貨車が作動することや、こぼれた材料が堆積していること、またひどく汚れた

Author: Christian W. Klock, Area Sales Manager,
R. W. Antriebsysteme GmbH,
Königsberg, Germany



通路は、巨大な薄暗い工場内では珍しいことではありません。歯車の歯についたスラグや汚れも原因です。図2は約6ヶ月間使用した歯車の様子です。排出スラグが駆動部品に堆積することが明らかでしょう。最終的には、スラグ膜は固体になるため、歯車に作用する力が非常に大きくなります。

工程のプロセスの安全性を高めるには

この時点で、ドイツに拠点を置くカップリング専門メーカーのR+Wが一役買いました。問題を解決するための明らかな方法としては、安全クラッチを採用することでした。安全クラッチの目的は、設定トルク値を超えるトルクが駆動系に伝達された場合、機械的に動力を遮断することです。しかし、これには大きな課題がありました。

- 安全クラッチの出力密度に対して非常に制限された設置スペース
- 過酷な環境条件
- 定義が難しい遮断トルク
- 故障した場合に容易かつ迅速な復旧



01

01 貨車はレールに連結されており、重量は340トン



02

02 使用期間約6ヶ月後のギヤ



03

03 設置スペースが非常に限られているため、特殊なMST4を開発



04 (左上から右下へ)キー締結、テーパロック締結、エラストマ形安全クラッチ、歯車形安全クラッチ



会社名：R+W
 本社：ドイツ クリンゲンベルク
 従業員数：200
 製品：精密機器分野カップリング、
 重工業分野カップリング、
 長尺形カップリング、安全クラッチ

設置スペースが非常に限られていることから、R+Wは、重工業分野向けのMST4(図3)の特殊品を開発しました。これにより、歯車とピニオンシャフトの間にあるボルトカップリングが置き換えられます。MST4はトルク過負荷からの保護だけでなく、ミスアライメントを許容する機能も有しています。弾性のあるエラストマ形カップリングの代わりに、バックラッシがわずかにある歯車形カップリングを選定した理由は、より大きなトルクをより小さなサイズで伝達できるという点でした。よって、安全クラッチを取り付けるスペースには余裕が生まれました。20r/min以下という低い回転速度のため、今回はエラストマは不要と判断しました。

しかし、さらなる問題が発生しました。カップリングを遮断する設定トルクは何N・mにするか、という問題です。これほど長い間使用されてきた設備は、何世代にもわたって日常の技術的能力の証明をしてきましたが、正確な計算を可能にするために必要な文書はありませんでした。ざっくりの計算と経験値に基づいて、42,000 N・mという値が決定しました。そして、駆動被動間に設定トルクを超えるトルクが発生するとすぐに、数ミリ秒以内で動力を遮断しました。実際のところ、全負荷での起動トルクは、誰もが想定していたよりも大幅に大きかったため、取鍋が満タンの状態でカップリングが切り離された時には関係者全員が驚きました。ここで、取り扱いが容易なMSTシリーズが早速活躍しました。レンチで何度か回すだけで、あらかじめ設定された遮断トルクを調整することができました。1kN・mの以下の精度で最終的に必要な設定トルク値に正確に近づけることができました。現在カップリングの遮断トルクは57,000 N・mに設定され、本当に故障が発生した時にのみ遮断されます。遮断が検出されると、担当者はレールを修理したり、手作業でスラグ膜を除去したりします。そして、カップリングを再連結するだけで、生産を再開することができます。

ここで、R+WのMSTシリーズのさらなるメリットが明らかになりました。再連結に特別な工具は一切必要ありません。従来のシャープピンカップ

リングとは異なり、特別な交換部品を別途用意する必要もありません。この安全クラッチは、長年実証されてきたゼロバックラッシのボールソケット式です。MSTシリーズのハブは、トルクモジュールによって互いに接続されています。それぞれのトルクモジュール内部で、クラッチボールは皿ばねによって軸方向に予圧を与えられています。ボールの半分がトルクモジュールから出ており、反対側のハブにあるソケットのくぼみにぴったりとはまっています。トルクはこのはめ合いによってバックラッシなく、確実に伝達されます。トルクによってクラッチボールに作用する接線力が大きくなり、皿ばねが予圧でクラッチボールを維持できなくなると、クラッチボールはミリ秒以内にトルクモジュールの内部に完全に戻ります。クラッチボールは遮断時に軸方向に動くプランジャによって、トルクモジュール内にまっすぐ入ります。カップリングを再度稼働させるには、ハブを回転させて合いマークを合わせ、柔らかいマレットでプランジャに力を加え、クラッチボールをソケットのくぼみに押し戻します。しかしR+Wは、前述の貨車の問題を抱えていたお客様に、さらにメリットとなる点を提示しました。遮断後、本体に設けられた回転用穴にレバーを挿入すると、カップリングを容易に回転させることもできます。さらに、トルクモジュールのあるハブに再連結用の溝を設けました。これは、安全クラッチ側のハブが短く、設置スペースが限られているため、マレットを用いた再連結ができないためです。しかし溝を使用することで、取り付け用のレバーを挿入し、ボールを押し戻すことができます。

製鉄所の担当者によると、カップリングはすでに何度か遮断/再連結が行われています。それ以降、前述したような故障はありませんでした。カップリングへの投資はすでに回収できたといってもよいでしょう。

Photographs: R+W Antriebsysteme

www.rw-couplings.com

